CARACTERIZACION DE ESTADIOS DE MADUREZ Y VARIACIONES INTRAESPECIFICAS EN *OIKOPLEURA LONGICAUDA* (VOGT, 1854) (TUNICATA, APPENDICULARIA)

Graciela B. ESNAL y Roberto J. CASTRO

G.B.E.: Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1428 Buenos Aires, Argentina. (Investigadora del CONICET). R. J. C.: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Argentina de la Empresa, Juncal 1682, 1062 Buenos Aires, Argentina.

SUMMARY

Characterization of maturity stages and intraspecific variations in *Oikopleura longicauda* (Vogt, 1854) (Tunicata, Appendicularia)

Oikopleura longicauda specimens from the Brazilian coasts were studied. With the application of multivariate data analysis techniques 4 maturity stages and morphological differences between specimens were established. A marked difference was found between coastal, shelf-border and pelagic specimens, mainly between the coastal and the other two groups. These differences were determined by tail measurements which were in general smaller in the coastal specimens.

INTRODUCCION

En un trabajo previo (Esnal y Castro, 1977) se detectaron diferencias morfológicas entre individuos costeros y pelágicos de *Oikopleura longicauda* de las costas de Brasil. La disponibilidad de nuevo material de esa área nos ha permitido volver a considerar el problema empleando una metodología más eficiente para el tratamiento de los datos.

El material fue cedido gentilmente por la Fundaçao Universidade do Rio Grande, Base Oceanográfica Atlântica, agradeciéndose especialmente al Lic. Jorge P. Castello y a la Dra. Mónica Montú por la colaboración prestada.

MATERIAL UTILIZADO

Se estudiaron 239 ejemplares de *Oikopleura longicauda* divididos en tres grupos provenientes de áreas cuya posición se indica en la figura 1. El grupo más cercano a la costa (80 ejemplares) fue colectado por el buque R/V Melville (Scripps Institute of Oceanography) a los 27°29'S y 48°21'W en octubre de 1972. Los otros dos grupos comprenden individuos obtenidos en pescas efectuadas por el buque brasileño Mestre Jerônimo en junio de 1976. El área próxima al borde de la plataforma continental se sitúa entre las latitudes de 28°57'S y 29°15'S, y las longitudes de 47°43'W y 47°55'W. Se colectaron allí 79 individuos. El área más pelágica se sitúa entre las latitudes de 28°23'S y 28°48'S, y las longitudes de 47°07'W y 47°20'W. Provienen de allí 80 ejemplares.

METODOLOGIA EMPLEADA

Los estadios de madurez se determinaron examinando los ejemplares con microscopio estereoscópico. Las mediciones se realizaron en micrometros en un microscopio compuesto común con ocular graduado. Se efectuaron 7 mediciones, que se indican en la figura 2. Como el ovario está situado en forma de cuña entre los testículos (característica genérica), resulta prácticamente imposible medirlos separadamente, por esta razón se midió la altura total de la cavidad genital, que se indica en las tablas como "altura de la gonada".

El material se dividió en tres grupos con el fin de analizar las diferencias morfológicas entre individuos costeros y pelágicos. El grupo más próximo a la costa fue identificado en la tabla 2 como "costero"; el que proviene del área cercana al borde de la plataforma como "interme-

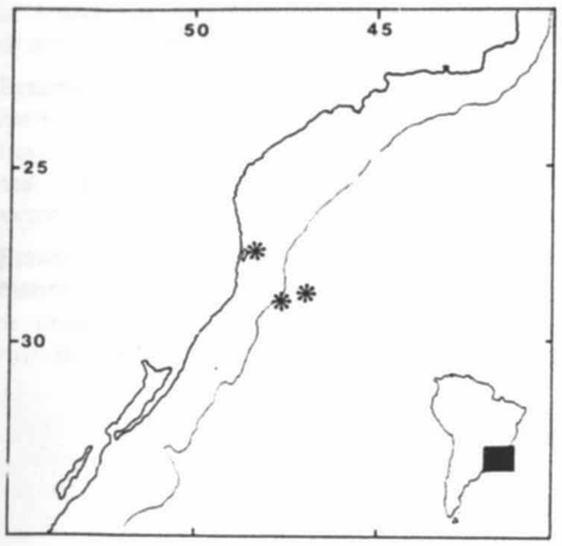

Fig. 1.– Areas de muestreo.

dio"; y el que corresponde al área situada sobre el talud, como "pelágico". Aunque el primer grupo fue colectado en una época del año diferente de la de los otros dos (junio y octubre respectivamente), debido a la latitud del lugar las diferencias de temperatura del agua no fueron significativas, ya que no sobrepasaron los 2°C (la temperatura de las estaciones fue de 20 a 22°C).

Con respecto al tratamiento de los datos se comenzó a estudiar la especie considerando que constituía un grupo indiviso, es decir que se ignoraron en primera instancia los distintos estadios de madurez o la diversidad de procedencia de las muestras. El objeto de esto fue, por una parte, confirmar por medios numéricos la separación establecida en función de características cualitativas morfológicas o geográficas. No menos importante fue poder encontrar características medibles que facilitaran el reconocimiento de estadios o formas.

A partir del estudio precedente, llevado a cabo a través del Análisis de Componentes Principales (Marriot, 1974; Romero Villafranca, 1982) y la ayuda de gráficos de dispersión, se procedió a identificar los grupos separados por las nuevas variables sintéticas. La significación de la diferencia entre los grupos surgidos del análisis precedente se estableció mediante un Análisis Factorial Discriminante (Tatsuoka, 1971).

En este análisis se estudia la diferencia entre grupos preestablecidos, determinándose un

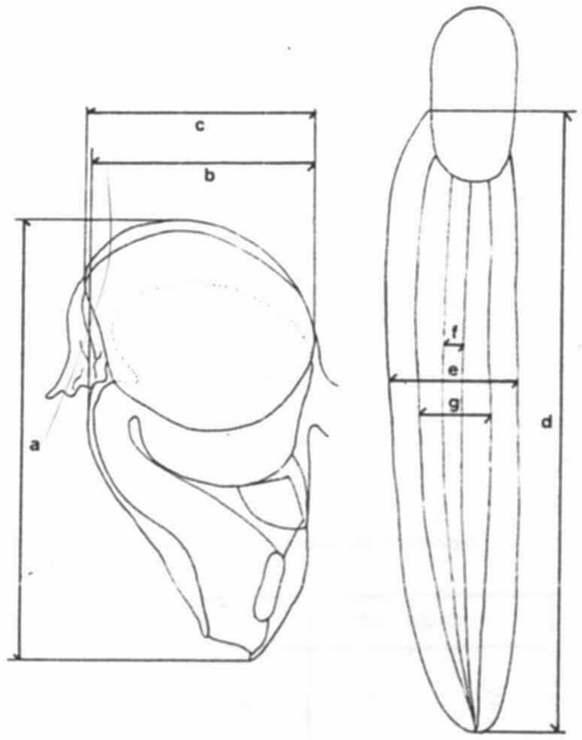

Fig. 2.– Medidas tomadas: (a) longitud y (b) altura del tronco; (c) altura de la cavidad genital; (d) longitud y (e) ancho de la cola; (f) ancho de la notocuerda; (g) ancho de la musculatura de la cola.

espacio de menor dimensionalidad en el cual, al proyectar los grupos, la separación entre éstos es máxima.

Con ese objeto se trabaja sobre las matrices de suma de cuadrados entre grupos y dentro de grupos. Los factores surgen determinando los autovalores y autovectores de la matriz producto de la inversa de la matriz de suma de cuadrados dentro de grupos por la matriz de cuadrados entre grupos.

En esta técnica se utilizó un test de significación que sigue una ley de Ji cuadrado.

DESCRIPCION DE ESTADIOS DE MADUREZ

Se describen 4 estadios de madurez (figura 3).

Estadio 0: En la cavidad genital se observa un ootestis pequeño.

Estadio I: Las gonadas están adosadas a la pared genital del tubo digestivo. Se diferencia el ovario entre los testículos, que no sobrepasan

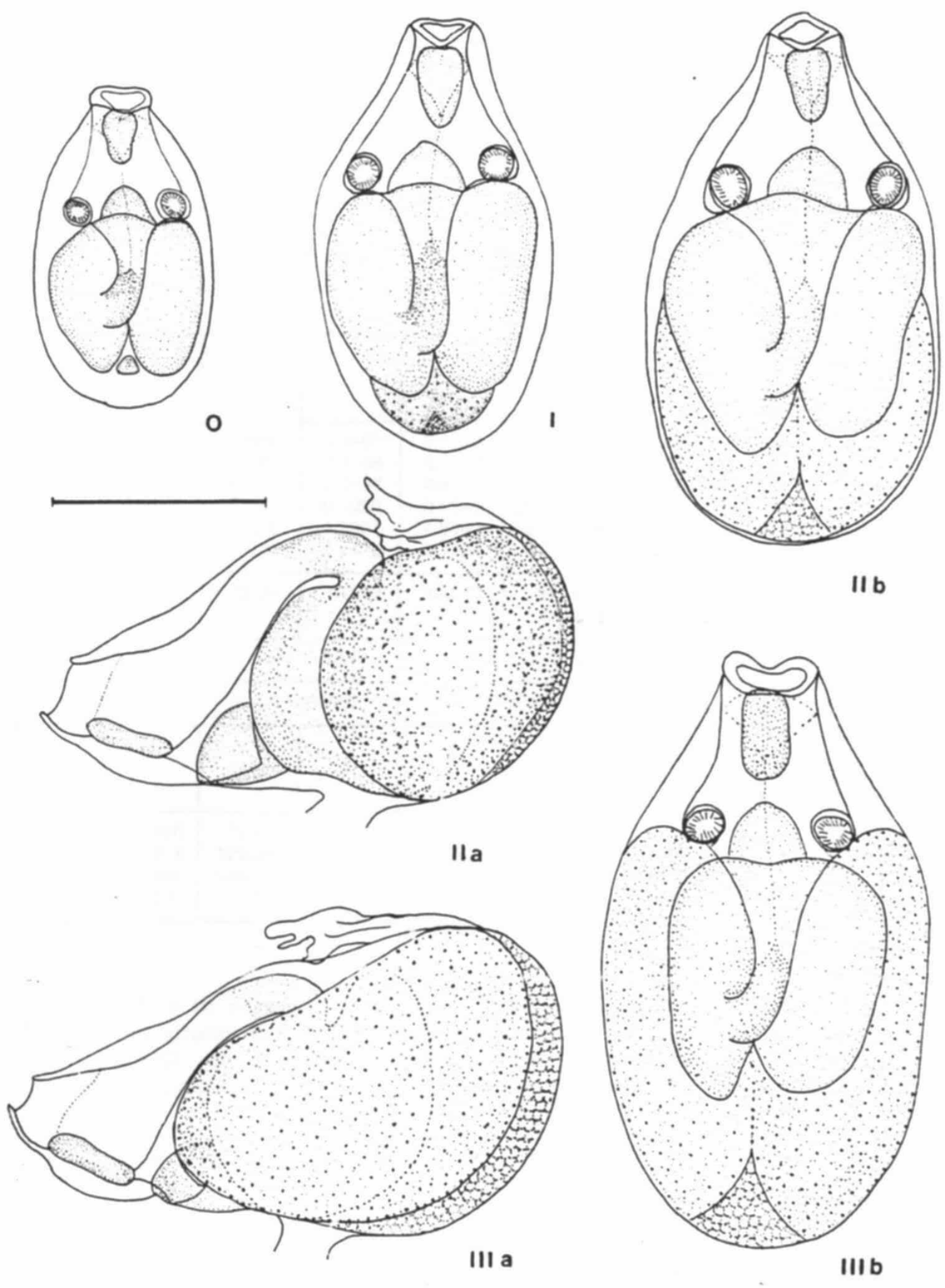

Fig. 3.– Estadios de madurez 0, I, II y III de *Oikopleura longicauda*. Vistas laterales del tronco: IIa y IIIa; vistas dorsales: 0, I, IIb y IIIb. Escala 500 μm.

la altura del estómago ni avanzan lateralmente entre la pared de éste y la del cuerpo.

Estadio II: Los testículos han crecido dorsalmente pudiendo sobrepasar la altura del estómago y lateralmente situándose entre el estómago y la pared del cuerpo sin sobrepasar el extremo anterior de los lóbulos estomacales.

Estadio III: Los testículos sobrepasan dorsalmente la altura del estómago y lateralmente se proyectan más adelante del extremo anterior de los lóbulos estomacales hacia el ano. Su aspecto interior es de un granulado fino y oscuro. En el ovario se observan células esféricas.

El estadio IV correspondería a la etapa posterior a la evacuación de los espermatozoides, en la cual los oocitos ocupan la cavidad genital antes de ser evacuados por ruptura de la pared externa del cuerpo. Esta etapa debe ser muy breve, dado el muy escaso número de ejemplares en este estado que se encuentran en las pescas. En este caso no se halló ninguno.

TABLA 1.– Análisis Factorial Discriminante para las zonas de muestreo por estadio de madurez.

	ESTADIO 0		ESTADIO I		ESTADIO II		ESTADIO III	
función / variable	1	2	1	2	1	2	1	2
l. cola (1)	0.0713	0.1057	0.1108	−0.0492	0.0589	−0.0444	0.0480	−0.0394
a. musc. (2)	0.1360	−0.6217	0.4959	0.1346	0.1853	−0.1033	0.7741	0.4414
a. noto. (3)	−0.9330	−0.5611	−0.7347	0.8937	0.5962	0.9240	−0.0933	0.8484
l. tron. (4)	0.1400	−0.2067	0.3852	−0.1052	0.3541	0.1115	0.1487	−0.2860
alt. gon. (5)	−0.2823	−0.2692	−0.2076	−0.0160	0.1990	−0.0153	−0.3631	0.0061
alt. tot. (6)	0.0812	0.4148	−0.1015	0.4114	−0.6645	0.3476	−0.4855	−0.0440
	CORRELACIONES		CORRELACIONES		CORRELACIONES		CORRELACIONES	
función / variable	1	2	1	2	1	2	1	2
(1)	0.9355	0.0512	0.9191	−0.1327	0.8097	−0.2148	0.5851	-0.4633
(2)	0.8038	−0.4904	0.8318	0.2318	0.7368	0.0700	0.6955	−0.1777
(3)	0.6247	−0.2968	0.6384	0.4405	0.6129	0.4558	0.3874	−0.0339
(4)	0.6912	−0.4807	0.6234	0.2843	0.7722	0.5022	0.3589	−0.7638
(5)	0.5227	−0.4290	0.4003	0.3809	0.4659	0.6097	0.2376	−0.5389
(6)	0.6635	−0.4027	0.5338	0.5884	0.3952	0.6149	0.2404	−0.4632
X^2	115.86	25.32	156.48	37.37	140.73	27.63	118.91	18.90
g. de l.	7	5	7	5	7	5	7	5
	Poder discr. global 0.9211		Poder discr. global 0.9699		Poder discr. global 0.9521		Poder discr. global 0.9161	
	CENTROIDES DE GRUPOS		CENTROIDES DE GRUPOS		CENTROIDES DE GRUPOS		CENTROIDES DE GRUPOS	
función / grupo	1	2	1	2	1	2	1	2
1	82.551	−19.908	370.303	37.826	267.729	112.848	93.775	−138.140
2	258.233	11.434	781.010	14.518	523.821	83.557	278.747	−177.508
3	268.968	−46.146	923.027	46.842	622.334	123.012	358.440	−125.988

TABLA 2.– Análisis Factorial Discriminante para los estadios de madurez por zona de muestreo.

	COSTEROS			INTERMEDIOS			PELAGICOS		
función / variable	1	2	3	1	2	3	1	2	3
l. cola (1)	−0.0016	0.0801	0.0234	−0.0317	0.0451	0.0261	−0.0938	−0.1039	−0.0043
a. musc. (2)	−0.0910	0.1075	−0.0603	−0.1105	0.2037	0.0863	0.2200	0.0543	0.1605
a. noto (3)	0.9711	0.0598	0.9187	0.6996	0.7140	−0.7601	0.1175	−0.4151	0.5379
l. tron. (4)	0.1965	−0.1551	−0.0036	0.1889	0.2927	−0.2160	0.3803	−0.3111	0.2086
alt. gon. (5)	−0.0660	−0.6855	0.0953	0.6255	−0.6005	−0.5471	0.6803	0.8050	0.0532
alt. tot. (6)	0.0743	0.6959	−0.3776	−0.2650	−0.0155	0.2607	−0.5669	−0.2625	−0.7990
	CORRELACIONES			CORRELACIONES			CORRELACIONES		
función / variable	1	2	3	1	2	3	1	2	3
(1)	0.5284	0.4568	0.3401	0.1778	0.6872	−0.2388	0.2101	−0.8642	−0.1185
(2)	0.4965	0.1458	0.0169	0.2937	0.6748	−0.3530	0.3295	−0.7155	−0.0097
(3)	0.6488	0.1903	0.2597	0.4015	0.5564	−0.4498	0.3352	−0.6759	0.0461
(4)	0.8949	−0.1755	−0.1099	0.8540	0.4407	−0.8901	0.6619	−0.7217	−0.1707
(5)	0.6685	−0.2546	−0.0902	0.8903	0.1050	−0.8961	0.7303	−0.3832	−0.3568
(6)	0.7249	0.1837	−0.4475	0.7294	0.2745	−0.7511	0.4892	−0.6218	−0.5733
X^2	212.07	78.99	13.29	133.72	31.16	2.71	116.84	42.21	4.34
g. de l.	8	6	4	8	6	4	8	6	4
	Poder discr. global 0.9827			Poder discr. global 0.8908			Poder discr. global 0.8844		
	CENTROIDES DE GRUPO			CENTROIDES DE GRUPO			CENTROIDES DE GRUPO		
función / grupo	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	82.428	79.675	4.175	106.877	291.949	−135.719	59.633	−422.197	−10.228
2	119.914	125-460	11.189	147.387	339.991	−180.458	93.902	−535.464	−20.521
3	157.914	148.668	0.492	195.938	362.590	−230.332	181.967	−542.997	− 4.307
4	205.230	77.679	3.137	372.609	312.862	−397.698	280.902	−449.423	−14.395

Los estadios II y III coinciden, aproximadamente, con los estadios B y C definidos por Bückmann (1970), pero el estadio A de este autor ha sido subdividido.

RESULTADOS DEL TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y DISCUSION

En las tablas 1 y 2 se muestran los resultados del tratamiento de los datos.

Análisis Factorial Discriminante para las zonas de muestreo:

Para cada uno de los 4 estadios de desarrollo quedan claramente separados los grupos provenientes de las tres zonas de muestreo. No obstante, la distancia entre los centroides de los grupos difiere mucho menos entre los intermedios y pelágicos que entre cualquiera de ellos y los costeros.

En el caso del primer factor se ve que está determinado, en todos los estadios de madurez, por la longitud y el ancho de la cola.

En el segundo factor, con una menor capacidad discriminante, la determinación está dada por la longitud de la cola que se opone a las demás variables.

Análisis Factorial Discriminante para los estadios de desarrollo:

Los 4 estadios de madurez son claramente separados por el primer factor. Los centroides de los grupos crecen gradualmente desde el estadio 0 al III.

Este primer factor está correlacionado directamente con la altura de la cavidad genital y también con la longitud del tronco que, indirectamente, está influida por el tamaño de la gonada.

El segundo factor discrimina también eficientemente, lo hace principalmente en función de la longitud de la cola y así produce un acercamiento de los estadios 0 y III. Su significación es mucho menor que la del primer factor. El tercero no se analizó por ser no significativo para la discriminación.

CONCLUSIONES

Se advierte una separación entre los individuos costeros, los del borde de la plataforma continental y los más pelágicos. La diferencia es mayor entre los costeros y los otros dos grupos. Las variables que determinan estas diferencias son, principalmente, los datos de la cola que es de menores dimensiones en los costeros que en los del borde del talud, y en éstos que en los más pelágicos.

La diferencia entre los individuos costeros y los dos grupos pelágicos podría deberse a que se trata de dos muestreos diferentes, de épocas del año distintas, si bien no hay diferencias significativas en la temperatura del agua. Sin embargo, en un estudio anterior (Esnal y Castro, 1977), se observó el mismo fenómeno en individuos costeros y pelágicos de esta especie provenientes de muestreos simultáneos.

Resulta difícil encontrar una explicación funcional a esta diferencia. Teniendo en cuenta que los movimientos de la cola provocan la penetración del agua en los tamices de la "casita" y su salida por el orificio posterior provocando una corriente que produce, por reacción, el movimiento del animal y que aporta las partículas de alimento, podría proponerse que la diferencia de concentración de partículas en suspensión en aguas costeras y pelágicas sería un agente de selección de características de la cola responsables de una diferencia en el ritmo de filtrado.

Los estadios de desarrollo aquí definidos están claramente separados. El Análisis Factorial Discriminante muestra que esta separación está correlacionada con el tamaño de la cavidad genital, pero también se advierte que tienen importancia, aunque menor, las dimensiones de la cola.

BIBLIOGRAFIA

BÜCKMANN, A., 1970. Die Verbreitung der Kaltwasser und der Warmwasserfauna der Appendicularien im nördlichen Nordatlantischen Ozean im Spätwinter und Spätsommer 1958. *Mar. Biol., 5 (1): 35-56.*

ESNAL, G. B. y R. J. CASTRO, 1977. Distributional and biometrical study of Appendicularians from the West South Atlantic Ocean. *Hydrobiologia, 56 (3): 241-246.*

MARRIOT, F. H. C., 1974. The interpretation of multiple observations. *Ac. Press, N. Y., 177 pp.*

ROMERO VILLAFRANCIA, R., 1982. Introducción a los métodos del análisis estadístico multivariante. *I.R.I.C.E., Rosario, 311 pp.*

TATSUOKA, M., 1971. Multivariate analysis. *J. Wiley & Sons, N.Y., 310 pp.*